

廃ブラウン管ガラスを用いたモルタル版の放射線遮蔽効果の研究

山口大学工学部 学生会員 最所 優介
山口大学大学院 学生会員 江藤 優馬
山口大学大学院 正会員 高海 克彦

1. はじめに

2011 年 3 月，我が国では東北地方太平洋沖地震によって原子力発電所事故が起こり，放射性物質に汚染されたがれきの処理方法が問題となっている．

また，2011 年 7 月テレビ放送が地上波アナログ放送から地上波デジタル放送へと移行したことでテレビの筐体をブラウン管テレビから液晶テレビ等買い換えが進み，2011 年のブラウン管テレビ廃棄量は 1500 万台にのぼった．それに伴いブラウン管の主材料であるブラウン管ガラスの廃棄量が著しく増加した．

そこで，本研究では放射線に対して遮蔽効果があるとされている鉛を含有するブラウン管ガラスを破砕し，モルタルの細骨材として利用し， γ 線の遮蔽効果を向上させるために，ガラス混合率，モルタル厚さ及びモルタル構造等種々の検討を行った．



図-1 今回の試験に使用した廃ブラウン管ガラス

2. 実験概要

2.1 使用材料

本研究に使用した細骨材は粉砕したブラウン管ガラス，海砂及び製鋼スラグである．各材料の密度，吸水率及び粗粒率を表-1 に示す．

表-1 使用した材料の物性

試料	密度(g/cm ³)	吸水率(%)	粗粒率
廃ブラウン管ガラス	3.00	0.14	3.52
海砂	2.60	1.19	2.81
製鋼スラグ	3.16	0.01	3.98

セメントは密度 3.16 (g/cm³) の普通ポルトランドセメントを用いた．

2.2 供試体

供試体は，縦と横の寸法が 300mmx300mm で，厚さを 30mm, 100mm および 200mm の 3 種類としたモルタル矩形版である．モルタル細骨材母材を海砂，製鋼スラグとした．供試体名で，Sa が細骨材母材に海砂を用いたもの，Sg が細骨材母材に製鋼スラグを用いたものを表す．これらの細骨材を廃ブラウン管ガラスに容積比で置換し，置換率は 0，30，60% の 3 ケースとした．

また，モルタル矩形版の他に，流動パラフィン(密度 0.86g/cm³)を内寸 300mmx300mmx20mm のアクリル製容器に満たした矩形版(図-2)と，流動パラフィン中に廃ブラウン管ガラスを充填した矩形版を作製した．



図-2 パラフィン入り供試体

これら2種類のパラフィン層矩形版を、先の置換率30%、厚さ30mmのモルタル版2枚で挟んで積層版とした供試体(図-3)も作製した。供試体名は、パラフィン入り供試体の積層構造をSg-30-PA-P1、廃ガラス入りパラフィン供試体の積層構造をSg-30-PA-Bgとした。



図-3 パラフィン供試体とモルタル版の積層構造

2.3 γ 線透過試験

γ 線透過試験とは、前述の供試体に対し、 γ 線を照射し γ 線照射部とは反対方向に設置された透過線量測定装置で透過した γ 線量を測定する試験である。(図-4)



図-4 γ 線照射装置と測定装置

以下の図-5 で示す様に、 γ 線照射装置を γ 線が周囲に漏れないように青い布で覆い、そこから330mm離れた位置にモルタル供試体を設置し、モルタル供試体の

γ 線照射装置と反対方向に透過線量測定装置を設置し、透過線量を測定した。

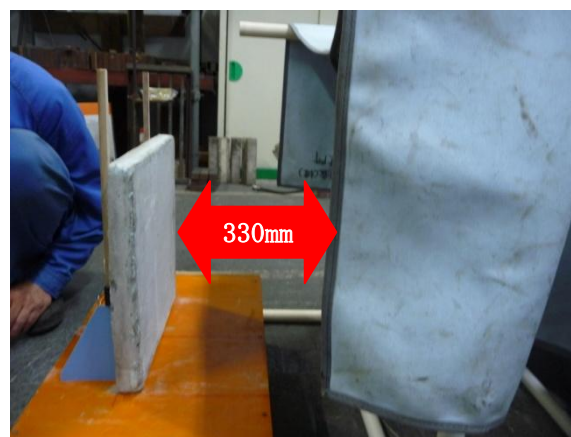


図-5 γ 線照射試験の風景

3. 試験結果

図-6、図-7 および図-8 にモルタル版の厚さ30mm、100mm、200mmで、細骨材が海砂の場合と製鋼スラグの場合での γ 線透過線量を廃ブラウン管ガラスの置換率別に示したものである。横軸が廃ブラウン管ガラスの置換率で、縦軸が γ 線の透過線量である。

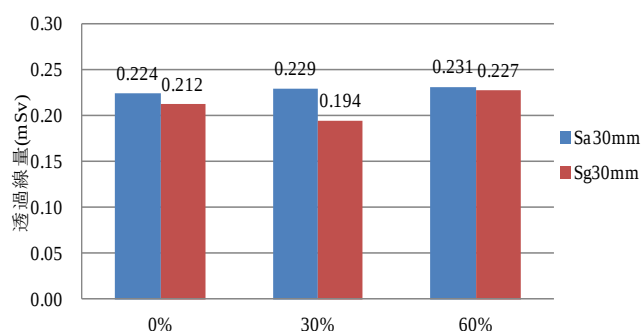


図-6 厚さ30mmの供試体の結果

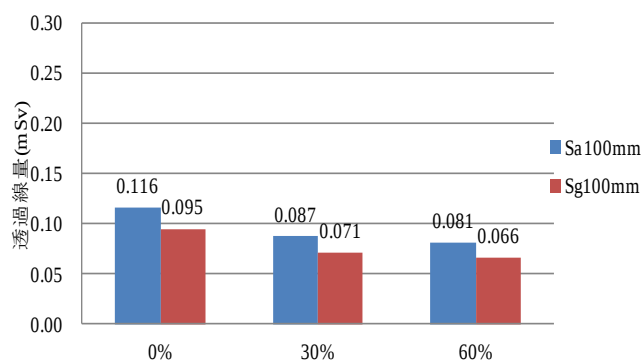


図-7 厚さ100mmの供試体の結果

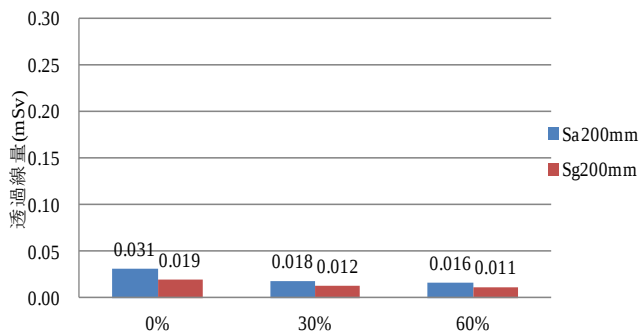


図-8 厚さ 200mm の供試体の結果

上記の 3 つのグラフを見てみると、何れの結果においても、細骨材母材に製鋼スラグを用いた方が、細骨材母材に海砂を用いるよりも γ 線の透過線量を抑制出来るという事がわかる。

また、図-7 の供試体厚さ 30mm のグラフでは、置換率の差異は明確ではないが、図-8 と図-9 の供試体厚さ 100mm, 200mm の場合では、廃ガラス置換率が高いほど γ 線の透過線量が小さくなっていることがわかる。このことから、供試体にある程度の厚みがないと廃ガラスは γ 線の遮蔽効果を発揮しないことがわかった。

また、3 つのグラフを見比べると、供試体が厚さが厚い程、 γ 線の透過線量を抑制出来ているという事がわかる。

次に、2 種類の積層板と、モルタル単体版との γ 線透過線量の比較を図-9 に示す。図中、モルタル単体版名を GL-30-Sg-100 と記す。

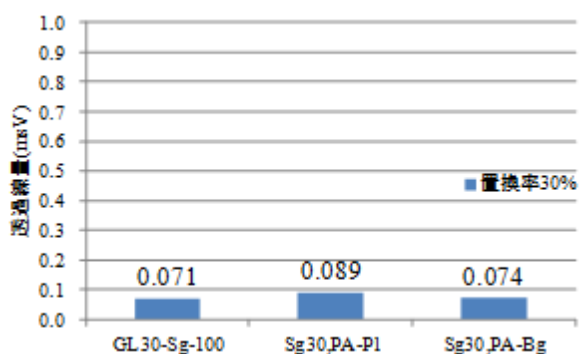


図-9 積層板供試体の試験結果

図-から廃ガラス入りパラフィン供試体の積層構造とモルタル供試体では、 γ 線の透過線量はほとんど

ど変わらないという事がわかった。パラフィンは密度が低いことから、同じ厚さでもモルタル供試体より、廃ガラス入りパラフィン供試体の方が質量が小さくなる。

軽量化の面を考えると、モルタル供試体よりも廃ガラス入りパラフィン供試体の方が、効率的に γ 線透過線量を抑えられると考えられる。

4. 結論

- ・モルタル細骨材母材としては、海砂よりも製鋼スラグを使用した方が γ 線に対する遮蔽効果が上がる。
- ・供試体厚さを厚くするほど γ 線の透過線量は抑制される。
- ・廃ブラウン管ガラスの置換率は、厚さ 30mm の場合は遮蔽効果に影響を与えなかったが、100mm, 200mm の場合は遮蔽効果に影響を与えた。つまり、ある程度の厚みを持たせなければ、廃ブラウン管ガラスは γ 線に対する遮蔽効果を発揮しない。
- ・廃ガラス入りパラフィン供試体の積層構造とモルタル供試体では透過線量はほとんど変わらなかった。軽量化の面を考えると γ 線の遮蔽には廃ブラウン管ガラス入りパラフィン供試体の積層構造を用いた方が良い。